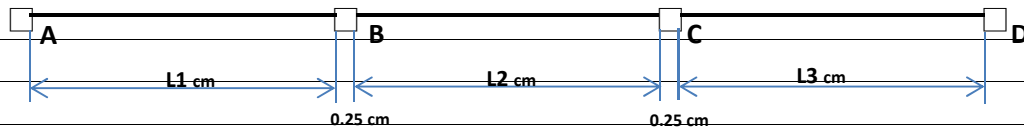




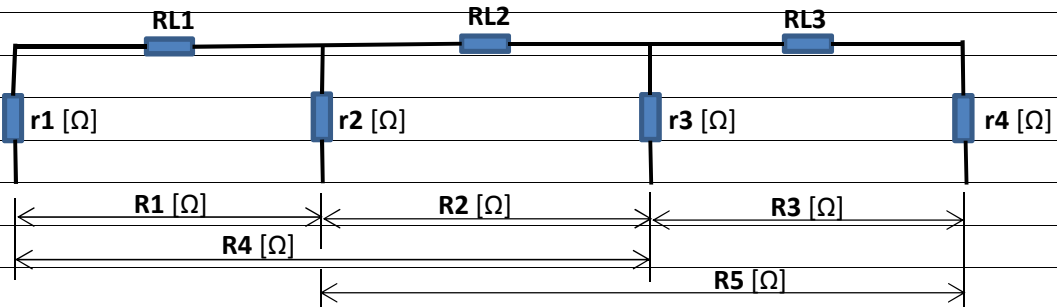
炭素繊維の電気特性 (電気抵抗測定)

下記の炭素繊維試験体を作り、電気特性を測定する。

圧着スリーブ A, B 間の距離を L_1 [cm], 同 B, C 間を L_2 [cm], 同 C, D を L_3 [cm] とする。



各圧着スリーブにおける接触抵抗を、それぞれ r_1 [Ω], r_2 [Ω], r_3 [Ω], r_4 [Ω], 炭素繊維の電気抵抗を R [Ω /cm] スリーブ部分の長さを 0.25 [cm] とする。



$$R_1 = r_1 + r_2 + RL_1 \quad \cdots (1-1)$$

$$R_4 = r_1 + r_3 + R(L_1 + L_2 + 0.25) \quad \cdots (1-4)$$

$$R_2 = r_2 + r_3 + RL_2 \quad \cdots (1-2)$$

$$R_5 = r_2 + r_4 + R(L_2 + L_3 + 0.25) \quad \cdots (1-5)$$

$$R_3 = r_3 + r_4 + RL_3 \quad \cdots (1-3)$$

$$\text{式 (1-1) - (1-2) より} \quad R_1 - R_2 = r_1 - r_3 + R(L_1 - L_2) \quad \cdots (1-6)$$

$$\text{式 (1-6) - (1-4) より} \quad R_1 - R_2 - R_4 = -2r_3 - 2RL_2 - 0.25R \quad \cdots (1-7)$$

$$\text{式 (1-2) - (1-5) より} \quad R_2 - R_5 = r_3 - r_4 - RL_3 - 0.25R \quad \cdots (1-8)$$

$$\text{式 (1-8) + (1-3) より} \quad R_2 + R_3 - R_5 + 0.25R = 2r_3 \quad \cdots (1-9)$$

$$r_3 = (R_2 + R_3 - R_5 + 0.25R) / 2$$

$$\text{式 (1-7) + (1-9) より} \quad R_4 + R_5 - R_1 - R_3 = -2RL_2 - 0.5R$$

$$R = (R_4 + R_5 - R_1 - R_3) / (2L_2 + 0.5) \quad \cdots (1-10)$$

$$\text{式 (1-2), (1-9), (1-10) より} \quad r_2 = R_2 - r_3 - RL_2$$

$$= (2R_2 - R_2 - R_3 + R_5 - 0.25R - R_4 - R_5 + R_1 + R_3 + 0.5R) / 2$$

$$= (R_1 + R_2 - R_4 + 0.25R) / 2$$

$$\text{式 (1-1) より} \quad r_1 = R_1 - r_2 - RL_1$$

$$\text{式 (1-3) より} \quad r_4 = R_3 - r_3 - RL_3$$

以上の結果より、炭素繊維の距離計測値 L_1 [cm], L_2 [cm], L_3 [cm] および電気抵抗測定値 R_1 [Ω], R_2 [Ω], R_3 [Ω], R_4 [Ω], R_5 [Ω] より、炭素繊維の電気抵抗 R [Ω /cm], 各スリーブにおける接触抵抗値 r_1 [Ω], r_2 [Ω], r_3 [Ω], r_4 [Ω] を計算

$$R = (R_4 + R_5 - R_1 - R_3) / (2L_2 + 0.5) \quad [\Omega/\text{cm}]$$

$$r_1 = R_1 - r_2 - RL_1 \quad [\Omega] \quad r_2 = (R_1 + R_2 - R_4 + 0.25R) / 2 \quad [\Omega]$$

$$r_3 = (R_2 + R_3 - R_5 + 0.25R) / 2 \quad [\Omega] \quad r_4 = R_3 - r_3 - RL_3 \quad [\Omega]$$



:原稿一太郎-1996.10/24

試験体(1000×3×2撚り)No.1～No12の各測定結果を下表に示す。

測定年月日 : 平成 6年 4月26日, 測定室温度 24.0[℃], 測定者 : 佐海恭三(電設設計)

測定機器 : デジタルマルチメータ(株)ソア製 MODEL-3510

レンジ : 200[Ω]、分解能 : 0.1[Ω]、測定精度 : ±0.7%rdg±3dgt

試験体	L1 [cm]	L2 [cm]	L3 [cm]	R1 [cm]	R2 [cm]	R3 [cm]	R4 [cm]	R5 [cm]
No. 1	14.15	14.55	12.13	17.30	17.70	14.70	34.50	32.00
No. 2	13.37	13.32	13.14	16.70	16.90	16.10	33.30	32.60
No. 3	14.07	12.52	13.01	17.20	17.10	16.00	33.30	32.60
No. 4	12.78	14.97	13.11	15.00	17.20	15.30	32.10	32.20
No. 5	13.60	14.05	13.26	16.40	17.30	15.60	33.30	32.40
No. 6	14.17	12.36	13.83	16.90	14.90	16.60	31.40	31.10
No. 7	14.08	14.24	12.66	12.10	17.50	15.50	34.00	32.60
No. 8	13.90	14.16	13.00	16.90	17.10	15.90	33.60	32.90
No. 9	15.89	14.23	11.36	19.60	17.30	14.10	36.50	31.10
No.10	12.44	12.31	16.17	15.20	15.60	19.90	30.30	35.10
No.11	14.32	12.31	13.05	17.50	17.10	18.20	34.10	32.90
No.12	13.22	13.16	14.54	15.80	16.20	17.40	31.50	33.30

上記の測定値に基づいて、試験体炭素繊維の電気抵抗値 R [Ω/cm], 各圧着スリーブの接抵抗値 $r1$ [Ω], $r2$ [Ω], $r3$ [Ω], $r4$ [Ω] を計算する。

$$r1 = R1 - r2 - RL1 \quad [\Omega] \quad r2 = (R1 + R2 - R4 + 0.25R) / 2 \quad [\Omega]$$

$$r3 = (R2 + R3 - R5 + 0.25R) / 2 \quad [\Omega] \quad r4 = R3 - r3 - RL3 \quad [\Omega]$$

$$R = (R4 + R5 - R1 - R3) / (2L2 + 0.5) \quad [\Omega/cm]$$

試験体	r1 [Ω]	r2 [Ω]	r3 [Ω]	r4 [Ω]	R [Ω/cm]	結果判定
No. 1	0.4125	0.3957	0.3457	0.2163	1.1655	○
No. 2	0.0877	0.2970	0.3470	0.2984	1.1763	○
No. 3	0.0000	0.4007	0.4007	0.0000	1.2055	×
No. 4	0.5351	0.1396	0.2896	0.3665	1.1170	×
No. 5	0.0273	0.2473	0.3973	0.0000	1.1782	○
No. 6	0.8897	0.3383	0.3383	0.8857	1.1060	×
No. 7	0.1346	0.4467	0.3467	0.3006	1.1732	○
No. 8	0.3005	0.3482	0.1962	0.5029	1.1693	○
No. 9	0.6529	0.3463	0.2963	0.0000	1.1706	○
No.10	0.3746	0.3950	0.3450	0.7972	1.1800	○
No.11	0.0000	0.4024	0.3524	0.0000	1.2189	×
No.12	0.0000	0.3973	0.2973	0.0000	1.1782	○
平均値	0.2846	0.3585	0.3294	0.2872	1.16823	

結果判定より、試験体 No.3, No.4, No.6, No.11を除いた 8 試験体の R の平均値を求める。

$$R = (1.1655 + 1.1763 + 1.1783 + 1.1732 + 1.1693 + 1.1706 + 1.1600 + 1.1782) / 8$$

$$= 9.3714 / 8 \approx 1.171 \text{ [Ω/cm]}$$



:原稿一太郎-1996.10/24

試験体の断面積を $S [\text{cm}^2]$ とすると、

$$S = (\pi d^2 / 4) \times 1000 \times 3 \times 2 = (3.141593 / 4) \times (5.3 / 10000) \times 2 \times 6000 \approx 0.00132 [\text{cm}^2] \quad \text{となる。}$$

試験体 (東レ株式会社カーボンファイバ繊維物 T900-1K) の電気固有抵抗 $R_0 [\Omega \cdot \text{cm}]$ を求める。

$$R_0 = 1.171 \times 0.00132 \approx 15.45 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}] \quad (\text{at } 24 [^\circ \text{C}])$$

電気伝導率(T900-1K)

周囲温度を

対数で表すと、ほぼ直線比例する。

を求める。

$$R_6 = 50.2 [\Omega] \quad (24.0 [^\circ \text{C}])$$

$$R_6 = 50.9 [\Omega] \quad (4.0 [^\circ \text{C}])$$

$$R_6 = 49.5 [\Omega] \quad (54.0 [^\circ \text{C}])$$

$$R_0 = 15.396 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}]$$

$$R_0 = 15.611 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}]$$

$$R_0 = 15.181 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}]$$

 $K_1 [^\circ \text{K}]$ における電気伝導率を $R_{K1} [\Omega \cdot \text{cm}]$, $K_2 [^\circ \text{K}]$ における電気伝導率を $R_{K2} [\Omega \cdot \text{cm}]$ とすると、

$$R_{K1} = a \log (K_1) + b, \quad R_{K2} = a \log (K_2) + b \quad \text{より}$$

$$a = (R_{K1} - R_{K2}) / \{ \log (K_1) - \log (K_2) \} = (R_{K1} - R_{K2}) / \log (K_1 / K_2)$$

$$b = R_{K1} - a \log (K_1)$$

ここで、 $R_{K1} = 15.611 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}]$, $R_{K2} = 15.181 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}]$, $K_1 = 273 + 4 [^\circ \text{K}]$, $K_2 = 273 + 54 [^\circ \text{K}]$ よ

$$a = (15.611 - 15.181) \times 10^{-4} / \{ \log (273 + 4) - \log (273 + 54) \} = -5.958 \times 10^{-4}$$

$$b = 15.611 \times 10^{-4} - \{ -5.958 \times 10^{-4} \times \log (273 + 4) \} = 30.164 \times 10^{-4}$$

$$R_t = -5.958 \times \log (273 + t) + 30.164 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}] \quad \text{となる。}$$